

ТЕХНОЛОГИИ, СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Научная статья

УДК 631.362

doi: 10.55471/19973225_2022_7_3_14

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДОЗИРОВАНИЯ СЕМЯН В УСТАНОВКЕ
МАГНИТНОЙ СТИМУЛЯЦИИ**

**Владимир Анатольевич Сыркин^{1✉}, Сергей Владимирович Машков², Сергей Иванович Васильев³,
Павел Александрович Ишкин⁴**

^{1, 2, 3, 4}Самарский государственный аграрный университет, Усть-Кинельский, Самарская область, Россия

¹Sirkin_VA@mail.ru[✉], <http://orcid/0000-0003-2531-5423>

²mash_ser@mail.ru, <http://orcid/0000-0002-9941-3803>

³si_vasilev@mail.ru, <http://orcid/0000-0003-4368-3123>

⁴ishkin_pa@mail.ru, <http://orcid/0000-0002-7490-9300>

Цель работы – повышение качества обработки семян магнитным полем. Магнитная стимуляция семян является одним из электрофизических способов, повышающих всхожесть и интенсивность роста растений. Данный способ является экологически безопасным и не требует больших энергетических затрат. Существуют различные устройства для магнитной стимуляции растений. Для увеличения производительности создают установки поточного типа. Одной из главных задач является равномерная стимуляция семян с соблюдением требуемого времени обработки. Разработана установка магнитной стимуляции семян с вибрационным дозированием, обеспечивающая равномерность стимуляции семян разных культур в потоке с возможностью регулирования количества обрабатываемых семян. Вибрационный дозатор является элементом, обеспечивающим дозирование, при этом его основными частями являются электромагнит и вибрационные пластины. Изменяя частоту тока питания катушки, меняют подачу семян дозатором. Проведены исследования по влиянию частоты магнитного поля на процесс дозирования семян пшеницы и амаранта. Минимальная подача семян яровой пшеницы и амаранта, соответственно, составила 3,1 и 1,7 кг/ч при частоте 10 Гц. Максимальную подачу наблюдали при частоте 110 Гц – 70,1 и 22,7 кг/ч, соответственно. Время стимуляции при изменении частоты от 10 до 110 Гц для яровой пшеницы меняется в диапазоне от 90 до 4 с, амаранта – от 89 до 7 с. Учитывая требуемое время стимулирования семян, изменением частоты можно задавать необходимую подачу. При этом подача дозатора в рабочих диапазонах имеет линейную зависимость от частоты подаваемого на электромагнит электрического тока.

Ключевые слова: стимуляция семян, поток семян, вибрационный дозатор, магнитный поток.

Для цитирования: Сыркин В. А., Машков С. В., Васильев С. И., Ишкин П. А. Исследование процесса дозирования семян в установке магнитной стимуляции // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. №3. С. 14–20. doi: 10.55471/19973225_2022_7_3_14

Original article

INVESTIGATION OF THE PROCESS OF DOSING SEEDS BY INSTALLATION OF MAGNETIC STIMULATION

Vladimir A. Syrkin^{1✉}, Sergey V. Mashkov², Sergey I. Vasilev³, Pavel A. Ishkin⁴

^{1, 2, 3, 4}Samara State Agrarian University, Ust-Kinelsky, Samara Region, Russia

¹Syrkin_VA@mail.ru[✉], <http://orcid/0000-0003-2531-5423>

²mash_ser@mail.ru, <http://orcid/0000-0002-9941-3803>

³si_vasilev@mail.ru, <http://orcid/0000-0003-4368-3123>

⁴ishkin_pa@mail.ru, <http://orcid/0000-0002-7490-9300>

The purpose of the work is to improve the quality of seed treatment with a magnetic field. Magnetic stimulation of seeds is one of the electrophysical methods that increases the germination and intensity of plant growth. This method is environmentally friendly and does not require large energy costs. There are various devices for magnetic stimulation of plants. To increase productivity flow-type installations are created. One of the main tasks is the uniform stimulation of seeds in compliance with the required processing time. An installation of magnetic seed stimulation with vibration dosing has been developed, which ensures the equal stimulation of seeds of different crops in the flow with the possibility of regulating the number of seeds being processed. A vibrating dispenser is an element that provides dosing, while its main parts are an electromagnet and vibrating plates. By changing the frequency of the coil supply current, the seed supply is changed by the dispenser. Studies on the influence of the magnetic field frequency on the process of dosing wheat and amaranth seeds have been conducted. The minimum supply of spring wheat and amaranth seeds, respectively, was 3.1 and 1.7 kg/h at a frequency of 10 Hz. The maximum feed was observed at a frequency of 110 Hz – 70.1 and 22.7 kg/h, respectively. The stimulation time when the frequency changes from 10 to 110 Hz for spring wheat varies in the range from 90 to 4 s, amaranth – from 89 to 7 s. Considering the required seed stimulation time, the necessary feed can be set by changing the frequency. At the same time, the supply of the dispenser in the operating ranges has a linear dependence on the frequency of the electric current supplied to the electromagnet.

Key words: seed stimulation, seed flow, vibrating dispenser, magnetic flux.

For citation: Syrkin, V. A., Mashkov, S. V., Vasilev, S. I. & Ishkin, P. A. (2022). Investigation of the process of dosing seeds by installation of magnetic stimulation. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 3, 14–20 (In Russ.). doi: 10.55471/19973225_2022_7_3_14

Растениеводство является одним из главных направлений агропромышленного комплекса, обеспечивающих население продуктами питания, животноводство кормами и ряд промышленных направлений сырьем. Использование качественного посевного материала обеспечивает высокую всхожесть, интенсивность роста растений, невосприимчивость к внешним факторам, таким, как погодные условия и болезни. Со временем качество семенного материала ухудшается, что ведет к уменьшению производимой продукции. В результате возникает необходимость в приобретении новых семян, в то время как большинство показателей качества прежних семян остается на допустимом уровне. Снижение всхожести приводит к перерасходу семенного материала, что сказывается на увеличении себестоимости производства. Для повышения всхожести семян применяют различные способы воздействия. Магнитная стимуляция семян является одним из перспективных способов повышения урожайности. Данный способ является экологически безопасным и не требует больших энергетических затрат. Существует различные устройства для магнитной стимуляции растений. Однако не все из них обеспечивают главную задачу – воздействие на растение равномерным магнитным полем. Также некоторые установки работают по циклическому типу, что снижает автоматизацию процесса и увеличивает время обработки, тогда как установки непрерывного типа могут быть использованы в поточной линии подготовки семян к посеву [2, 6, 9].

Цель исследований – повышение качества обработки семян магнитным полем.

Задачи исследований – разработать установку магнитной стимуляции семян с вибрационным дозированием; выполнить обоснование подачи вибрационного дозатора; провести исследования по подаче семян вибрационного дозатора.

Материал и методы исследований. При обработке семян магнитным полем основными факторами, влияющими на всхожесть семян, являются параметры магнитного поля, время стимуляции и время выдержки перед посевом. Также было выявлено, что семена более отзывчивы на П-образное магнитное поле различной частоты.

На кафедре «Электрификация и автоматизация АПК» Самарского ГАУ разработана экспериментальная лабораторная установка магнитной стимуляции семян поточного типа с вибрационным дозатором (рис. 1). Установка включает раму 1, вибрационный дозатор 2, блок магнитной стимуляции семян 3, бункер 4, блок управления и питания 5. Для регулировки частоты использовали мультиметр 6. При работе установки под вибрационный дозатор помещали приемный ящик [7, 8].

Основной особенностью конструкции установки является блок магнитной стимуляции 3, представляющий собой двухконтурную разветвленную цепь с катушками индуктивности на внешних ветвях магнитопровода. При этом в центральной ветви магнитопровода 1 (рис. 2, а) выполнен воздушный зазор, через который проходит вертикальный патрубок 2, соединяющий бункер 4 (рис. 1) с вибрационным дозатором 2. Вибрационный дозатор включает магнитопровод 3 (рис. 1), индукционную катушку 4, корпус 5, ограничитель давления семян 6 и вибрационную пластину 8.

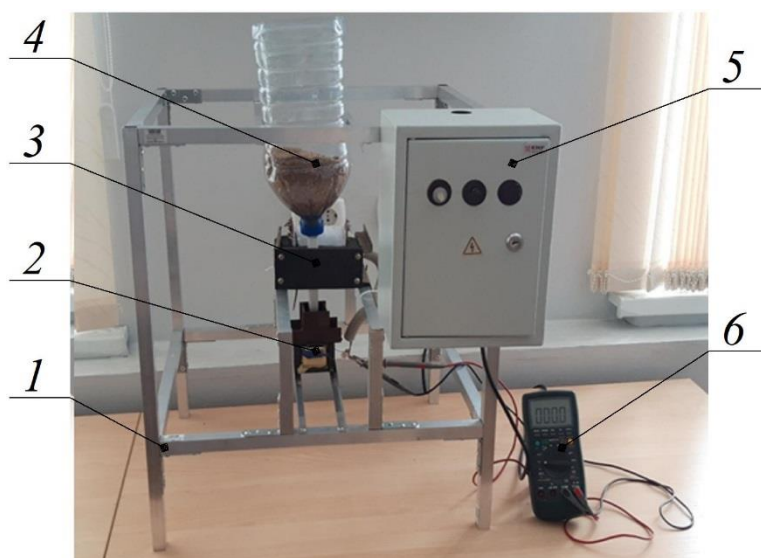


Рис. 1. Общий вид лабораторной установки магнитной стимуляции семян

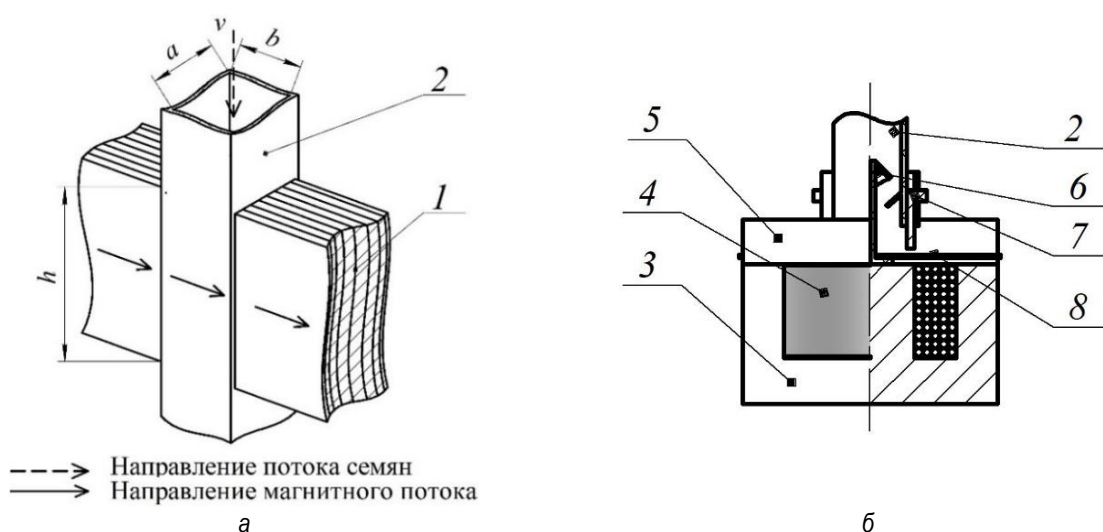


Рис. 2. Главные узлы установки:

а – зона стимуляции растений; б – вибрационный дозатор; 1 – магнитопровод блока магнитной стимуляции семян; 2 – патрубок; 3 – магнитопровод дозатора; 4 – индукционная катушка; 5 – корпус дозатора; 6 – ограничитель; 7 – заслонка; 8 – вибрационная пластина

В процессе работы за счет создания колебательных движений вибрационной пластины 8 (рис. 2, б) семена приходят в движение, перемещаются к краю пластины и ссыпаются с неё. При этом на их место поступают семена из бункера через патрубок 2. В процессе перемещения по патрубку 2 семена попадают в зону блока магнитной стимуляции, где подвергаются воздействию магнитного поля [7, 8].

Подача семян зависит от частоты колебаний пластин дозатора, зависящей от частоты магнитного поля, подаваемого на индукционную катушку 4 (рис. 2, б).

Определим подачу Q семян вибрационным дозатором [1, 3, 5]:

$$Q = \gamma \cdot a \cdot b \cdot v, \text{ кг/с}, \quad (1)$$

где γ – плотность семян, кг/м³;

a и b – параметры боковых стенок патрубка, м;

v – скорость потока семян в патрубке, м/с.

Скорость потока определим, как отношение высоты блока магнитной стимуляции ко времени прохождения семян через него:

$$v = \frac{h}{t}, \text{ м/с}, \quad (2)$$

где h – высота зоны стимуляции (высота электромагнита), м;

t – время прохождения семян через блок, с.

Подставим формулу (2) в формулу (1):

$$Q = \frac{\gamma \cdot a \cdot b \cdot h}{t}, \text{ кг/с}. \quad (3)$$

Таким образом, зная время стимуляции семян, можно определить подачу Q установки.

Для определения подачи вибрационным дозатором проведены лабораторные эксперименты по стандартной методике [9].

В экспериментальных исследованиях единственным изменяемым фактором приняли частоту магнитного поля питания электромагнита дозатора, влияющую на подачу.

Была принята частота магнитного поля, равная 10, 30, 50, 70, 90, 110, 130 и 150 Гц. Для каждого значения частоты опыт проводили с трехкратной повторностью. Диапазон времени стимулирования семян был принят 1 минута. Опыты проводили на семенах пшеницы и амаранта.

Результаты исследований. В таблице 1 приведены результаты исследований [4].

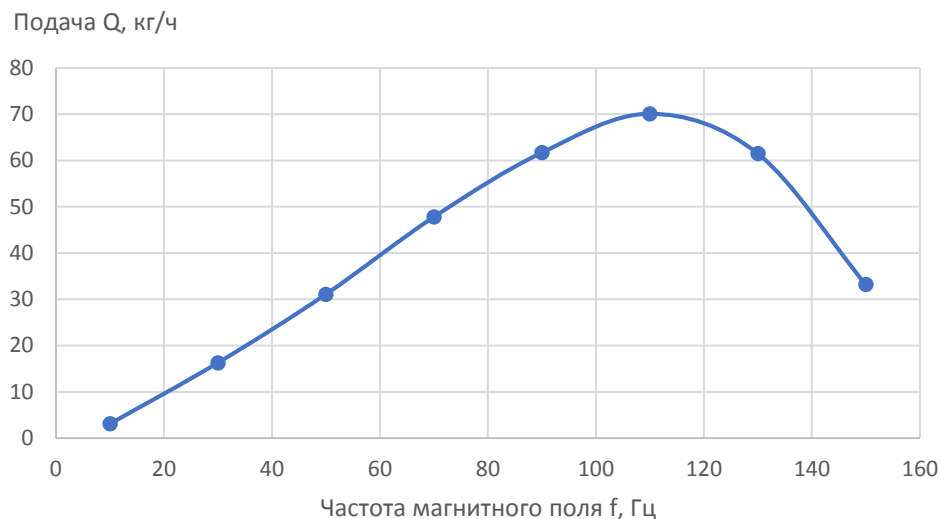
Таблица 1

Результаты исследований влияния частоты магнитного поля на подачу вибрационного дозатора

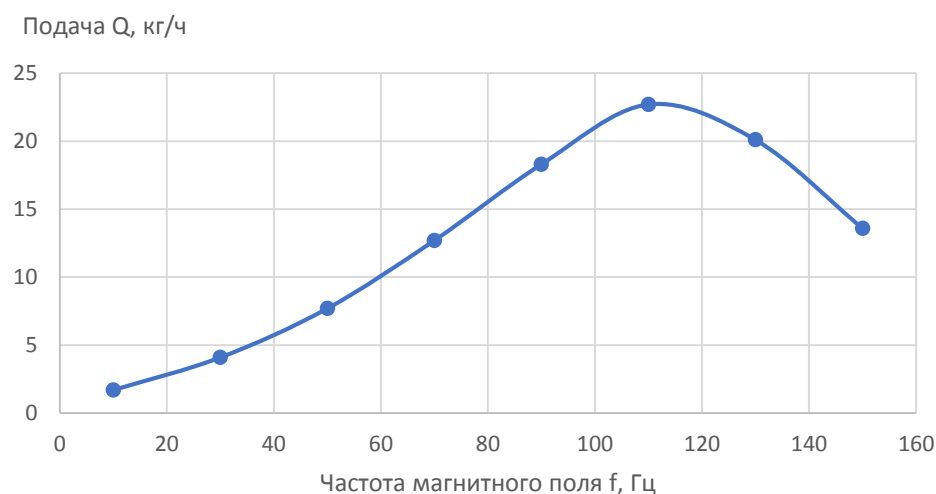
Культура	Параметры	
	Частота f , Гц	Подача Q , кг/ч
Пшеница яровая	10	3,1
	30	16,3
	50	31,1
	70	47,8
	90	61,7
	110	70,1
	130	61,5
	150	33,2
Амарант	10	1,7
	30	4,1
	50	7,7
	70	12,7
	90	18,3
	110	22,7
	130	20,1
	150	13,6

При анализе результатов эксперимента было выявлено, что при увеличении частоты магнитного поля в диапазоне с 10 до 110 Гц увеличивается подача обрабатываемых семян (рис. 3). Низкая частота колебаний пластины имела низкое побуждение семян к высыпанию. При этом в данном диапазоне наблюдается линейная зависимость. В диапазоне с 130 до 150 Гц было зафиксировано уменьшение производительности, связанное с примагничиванием пластин и малым

временем для их возвращения в исходное положение.



а



б

Рис. 3. Результаты исследований по воздействию частоты магнитного поля на подачу вибрационного дозатора:
а – семена яровой пшеницы; б – семена амаранта

Минимальная подача семян яровой пшеницы и амаранта составила, соответственно, 3,1 и 1,7 кг/ч при частоте 10 Гц. Максимальную подачу наблюдали при частоте 110 Гц – 70,1 и 22,7 кг/ч, соответственно.

Время стимуляции при частоте 10...110 Гц для яровой пшеницы изменяется в диапазоне от 90 до 4 с, для амаранта – от 89 до 7 с. Дополнительное увеличение времени стимуляции достигается изменением положения регулируемой заслонки 7 (рис. 2, б).

Закключение. Разработанная установка стимуляции семян магнитным полем с вибрационным дозированием позволяет выполнять обработку семян поточным способом. Время стимуляции семян напрямую зависит от подачи дозатора, и, в частности, от частоты магнитного поля, создаваемого электромагнитом. Проведенные исследования подачи семян пшеницы и амаранта дозатором показали возможность изменения этого параметра от 3,1 до 70,1 кг/ч и от 1,7 до 22,7 кг/ч, соответственно. Зная необходимое время стимулирования той или иной культуры, можно при помощи частоты магнитного поля устанавливать необходимую подачу.

Список источников

1. Артамонов Е. И., Котов Д. Н., Артамонова О. А. Теоретическое обоснование конструктивных и режимных параметров механического ячеисто-дискового высевающего устройства для посева амаранта метельчатого //

Известия Самарской государственной академии. 2016. №4. С. 60–66.

2. Baev V. I., Yudaev I. V., Baev I. V., Petrukhin V. A., Prokofyev P. V., Armyanov N. K. Electrotechnology as one of the most advanced branches in the agricultural production development // Handbook of Research on Renewable Energy and Electric Resources for Sustainable Rural Development. Hershey, Pennsylvania: IGI Global, 2018.

3. Гриднева Т. С., Нугманов С. С. Автоматизация процесса загрузки дробилки // Актуальные проблемы аграрной науки и пути их решения : сб. науч. тр. Кинель : РИЦ СГСХА. 2016. С. 313–315.

4. Крючин Н. П., Крючин А. Н. Результаты исследований влияния конструктивно-технологических параметров дисково-штифтового высевающего аппарата на равномерность дозирования семян // Известия Самарской государственной академии. 2017. №4. С. 34–38.

5. Курочкин А. А. Определение объемного расхода сырья в экструдере с термовакуумным эффектом // Известия Самарской государственной академии. 2018. №1. С. 3–7.

6. Yudaev I. V., Ivushkin D., Belitskaya M., Gribust I. Pre-sowing treatment of ROBINIA PSEUDOACACIA L. seeds with electric field of high voltage // IOP Conference Series. Earth and Environmental Science : 12th International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry. Rostov-on-Don : Institute of Physics Publishing, 2019. P. 012078. DOI:10.1088/1755-1315/403/1/012078.

7. Пат. № 204352. РФ. Установка для предпосевной стимуляции семян / Сыркин В. А., Васильев С. И., Ишкин П. А., Смолев К. С. № 2021105476; заявл. 3.03.2021; опубл. 21.05.2021, Бюл. № 15. 6 с.

8. Сыркин В. А., Гриднева Т. С., Ишкин П. А., Фатхутдинов М. Р. Устройство стимуляции семян импульсным магнитным полем // Сельский механизатор. 2019. № 6. С. 28–29.

9. Vasilev S. I., Mashkov S. V., Syrkin V. A., Gridneva T. S., Yudaev I. V. Results of studies of plant stimulation in a magnetic field // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2018. №9(1). P. 706–710.

References

1. Artamonov, E. I., Kotov, D. N. & Artamonova, O. A. (2016). Theoretical substantiation of constructive and regime parameters of mechanical cellular-disk sowing device for planting amaranth paniculate. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 4, 60–66 (in Russ.).

2. Baev, V. I., Yudaev, I. V., Baev, I. V., Petrukhin, V. A., Prokofyev, P. V. & Armyanov, N. K. (2018) *Electrotechnology as one of the most advanced branches in the agricultural production development*. Handbook of Research on Renewable Energy and Electric Resources for Sustainable Rural Development. Hershey, Pennsylvania: IGI Global.

3. Gridneva, T. S. & Nugmanov, S. S. (2016). Automation of the crusher loading process. Actual problems of agricultural science and ways to solve them '16: *collection of scientific papers* (pp. 313–315). Kinel: PC Samara SAA (in Russ.).

4. Kryuchin, N. P. & Kryuchin, A. N. (2017). Researches results of the influence of constructive and technological parameters of the disk and bayonet sowing device on dispensing seeds uniformity. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 4, 34–38 (in Russ.).

5. Kurochkin, A. A. (2018). The dtermination of raw material volume flow in the extruder with thermal vacuum effect. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara state agricultural academy)*, 1, 3–7 (in Russ.).

6. Yudaev, I. V., Ivushkin, D., Belitskaya, M. & Gribust, I. (2019). Pre-sowing treatment of ROBINIA PSEUDOACACIA L. seeds with electric field of high voltage. IOP Conference Series. Earth and Environmental Science '19: *12th International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry*. (P. 012078). Rostov-on-Don : Institute of Physics Publishing. DOI:10.1088/1755-1315/403/1/012078.

7. Syrkin, V. A., Vasiliev, S. I., Ishkin, P. A. & Smolev, K. S. (2021). Installation for pre-sowing stimulation of seeds. Patent 204352, Russian Federation, 2021105476 (in Russ.).

8. Syrkin, V. A., Gridneva, T. S., Ishkin, P. A. & Fatkhutdinov, M. R. (2019). Seed stimulation device with pulsed magnetic field. *Selskii mekhanizator (Selskiy Mechanizator)*, 6, 28–29 (in Russ.).

9. Vasilev, S. I., Mashkov, S. V., Syrkin, V. A., Gridneva, T. S. & Yudaev, I. V. (2018) Results of studies of plant stimulation in a magnetic field. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 9(1),706–710.

Информация об авторах:

В. А. Сыркин – кандидат технических наук, доцент;

С. В. Машков – кандидат экономических наук, доцент;

С. И. Васильев – кандидат технических наук, доцент;

П. А. Ишкин – кандидат технических наук, доцент.

Information about the authors:

V. A. Syrkin – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

S. V. Mashkov – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor;

S. I. Vasiliev – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;
P. A. Ishkin – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: all authors made an equivalent contribution to the preparation of the publication. The authors declare no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 3.04.2022; одобрена после рецензирования 26.05.2022; принята к публикации 18.06.2022.

The article was submitted 3.04.2022; approved after reviewing 26.05.2022; accepted for publication 18.06.2022.